

ApEA

Boletín de la ASOCIACION para la
ENSEÑANZA de la ASTRONOMIA

NUMERO 2

OTOÑO-INVIERNO 1996

editorial

Poco a poco la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía va recorriendo un camino cada vez más firme. Con la publicación periódica de este segundo boletín parece que la comunicación entre los miembros de la ApEA se va formalizando, aunque no en la línea que nos gustaría.

En el boletín anterior insistía en que la colaboración de todos los miembros de la Asociación era fundamental, puesto que queríamos que sirviera para intercambiar experiencias y noticias. Estas páginas deberían ser una vía que facilitara la comunicación entre todos; nuestro fin es el "trueque", esto es, un intercambio real de materiales, notas y noticias de interés para todos los profesores que enseñamos Astronomía.

El párrafo anterior no pretende ser una reprimenda para nadie, pero ojeando el presente Número observaréis rápidamente que las colaboraciones provienen, prácticamente, de los mismos autores que colaboraron en el Número 1. Estoy segura de que la mayoría de vosotros habéis realizado algún trabajo que puede interesar a los demás, pues, si bien es cierto que muchas de las prácticas que pueden hacerse en el aula la mayoría las hemos intentado en nuestras clases, también lo es que cada uno de nosotros trabajamos de forma diferente y aportamos algo que la hace original. En ocasiones esa pequeña aportación personal puede hacerla más atractiva a los alumnos. Por ese motivo, creo que cuando se ha realizado un trabajo con los alumnos y se ha observado que los alumnos han disfrutado con él más que con cualquier otro trabajo, no estaría de más analizar el porqué y comunicarnos la experiencia al resto. Con esto, como ya he comentado más arriba, pretendo hacer de nuevo una llamada a la colaboración.

Cambiando de asunto, este año en Septiembre tendrán lugar en Pamplona los Segundos Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía. Como sabéis, estos Encuentros los convoca la ApEA y me gustaría invitaros, desde estas páginas, a colaborar en este Segundo Encuentro. Podéis colaborar de diferentes formas ya que habrá tiempo para la presentación de ponencias; lugar donde colocar posters, si preferís utilizar este medio de colaboración; o, simplemente, asistir.

El esmero y la ilusión con la que se están preparando estos Segundos Encuentros se basan en el resultado del que se realizó en Cáceres. El éxito allí se debió, no nos cabe ninguna duda, a la colaboración de todos vosotros; por ello, quiero hacer un llamamiento a todos los asociados para que el próximo no desmerezca y nos proporcione ánimo para seguir trabajando por la Enseñanza de la Astronomía. Cuando el próximo boletín llegue a vuestras manos, los Segundos Encuentros ya habrán tenido lugar y espero poderos informar de él con entusiasmo por el éxito alcanzado gracias a vuestra colaboración. ¡Animo!

Un paseo por el Sistema Solar

Los astrónomos nos han hablado —y lo siguen haciendo— continuamente de nuestro Sistema Solar, lo estudian los niños en la escuela y en casi todos los atlas viene muy bien explicado, pero difícilmente se puede uno hacer una idea, cuando se habla de distancias en millones de kilómetros. Es por eso que los suizos, que son sin duda muy prácticos, montaron un parque en la localidad de Laufen que es un sistema solar en escala y que mientras la gente se pasea puede asimilar perfectamente sus dimensiones, ya que los aventureros del espacio que están dispuestos a llegar hasta Plutón tendrán que caminar durante tres horas, aproximadamente. La escala que han

Continúa en la página siguiente

S U M A R I O

Editorial	1
Un paseo por el Sistema Solar	1
Estudiantes europeos reunidos en la escuela	3
Reseña del IAU Colloquium 162 «New Trends in Astronomy Teaching»	6
Escuela de Verano de Astronomía y Astrofísica para Profesores	7
Experiencias e ideas para el aula	8
Los Talleres de Astronomía en los textos	13
Información general: Notas y noticias	15
Bibliografía	16

utilizado los suizos para la construcción de ese parque es de uno a mil millones; es decir, cada milímetro en la Tierra son mil kilómetros en el Sistema Solar, o lo que es lo mismo, cada vez que damos un paso en el parque es como si recorriéramos un millón de kilómetros en el espacio.

La excursión empieza en el Sol, que es una bola de 1,4 metros de circunferencia. Se deja atrás por un caminito que pasa por Mercurio y Venus y al cabo de 150 metros se llega a la Tierra. Nuestro planeta es una bolita del tamaño de una canica pequeña —sólo tiene trece milímetros— que está recubierta de plástico para poder sujetarla. A su lado, y todavía más pequeña, tenemos a la Luna, que ésta separada de la Tierra solamente 33 centímetros. Llegados a este punto es fácil empezar a hacer reflexiones sobre por dónde nos estamos moviendo, porque si pensamos en el esfuerzo que le ha costado al Hombre llegar a la Luna, ¿qué sería llegar a Plutón, que aún está a seis kilómetros de aquí, en el parque?

Continuando el viaje y dejando atrás la Tierra, siguiendo el camino llegamos pronto a Marte. Es a partir de este punto cuando empieza de verdad la caminata que, por otro lado, resulta verdaderamente agradable, pues se desarrolla a través de una zona muy bonita del Jura. En medio de un bosque nos encontramos con Júpiter, 1.317 veces más grande que la Tierra, y al cabo de un cuarto de hora de seguir andando aparece Saturno rodeado de sus anillos. Aquí se recomienda hacer un descanso, pues aunque el Sol está lejos y sólo nos llega una dos millonésima parte de su energía, la caminata empieza a pesarnos. Cercano a Saturno se encuentra un «pueblecito» llamado Barchwill donde es aconsejable entrar y reponer las fuerzas gastadas antes de reemprender el viaje.

Después del refrigerio se sigue el camino, y media hora más tarde se llega a Neptuno; este planeta mantiene en su superficie una temperatura de doscientos grados bajo cero. Dejando atrás unos terrenos llanos, donde

está Urano, los viajeros del espacio llegan finalmente al límite del Sistema Solar, a Plutón. Aquí las reflexiones astronómicas acuden a la cabeza sin darse cuenta porque Plutón, la meta de la excursión, es una bolita de seis milímetros de diámetro, y sorprende cómo puede estar ligado al Sol que está a más de seis kilómetros de distancia. Y el caso es que lo está, y da vueltas alrededor de él, aunque tarda 247 años en completar una órbita.

Por fin, bajando al trenecito que devolverá al viajero al punto de partida, se piensa que, en caso de mantenerse la misma escala, sería necesario dar toda la vuelta a la Tierra para tener idea de la distancia que nos separa de la estrella más cercana que se encuentra a 4,3 años luz. Y que hay galaxias a 8.000 millones de años luz y más, y que para recorrer una de estas galaxias, en la escala que aquí hemos utilizado, necesitaríamos una distancia de ocho años luz. Estas distancias y tamaños hace sentirnos realmente pequeños e insignificantes una vez terminado este paseo por nuestro Sistema Solar. Esta sensación, afortunadamente, pasa pronto pues el Hombre tiene motivos más que suficientes para vencer esa sensación.

Para finalizar este paseo y que realmente nos permite tener conciencia de las dimensiones de las que estamos hablando, me gustaría proponeros un trabajo. Consistiría en reproducir a escala con vuestros alumnos el Sistema Solar sobre la Península Ibérica. Podéis elegir la escala que os parezca más conveniente; localizar el punto de partida (el Sol) en el lugar que más os guste; completar la descripción dada situando, además, en el lugar que corresponda, el cinturón de asteroides, las lunas más importantes de Júpiter y Saturno y cuantos otros cuerpos celestes del Sistema Solar consideréis necesarios.

Finalizado y redactado, si queréis, podéis enviármelo. Seleccionaríamos el mejor y lo publicaríamos en este Boletín. Espero que esto os anime a colaborar!

Ederlinda Viñuales Gavín

ESTUDIANTES EUROPEOS REUNIDOS EN LA ESCUELA:

Una experiencia de intercambio cultural entre España e Italia (Abril de 1995)

(Prof. **Giuliano Casali**, de Italia y Prof. **Julen Sarasola**, de España)

Giuliano Casali es profesor en el I.T.S.C. «Paolo Baffi», viale di Porto 205, I-00050, Fregene, Roma-Italia.
Julen Sarasola enseña en el I.B. «Txorierrri», c/. Gernikako Arbola-14, 48160-Derio, España.

Como consecuencia directa de las jornadas de trabajo de la ESSO-EU (European Southern Observatory) celebradas en noviembre de 1994, en Garching (Alemania) y en perfecta sintonía con los objetivos de la recién fundada EAAE (European Association Astronomy Education), el primer encuentro internacional entre Escuelas Secundarias con la Astronomía como común denominador, tuvo lugar los días 10 y 11 de abril de 1995 en Fregene (cerca de Roma, Italia).

Este encuentro permitió a profesores y estudiantes del «Instituto Paolo Baffi» en Fregene y del «Instituto Txorierrri» de Dero (Bizkaia, España), comparar y discutir sus propias experiencias educativas.

Los coordinadores de este intercambio cultural fueron los autores de este pequeño reportaje, quienes durante los meses anteriores trabajaron

«a distancia» para «enfocar» los principales objetivos del intercambio, los cuales fueron:

a) Adaptar e integrar los temas de Astronomía (Gnomónica) en los estudios del currículum



Figura 1



Figura 2

escolar de los estudiantes, y para aquellos que muestran un particular interés en la «problemática» de la Astronomía.

b) Pefreccionar el estudio y la utilización de una lengua extranjera.

El programa de los dos días fue el siguiente:

- EL PRIMER DIA:

Un recorrido guiado y comentado (ver figuras 1 y 2) por algunos de los monumentales relojes de Sol de Roma. Fue organizado por la profesora Nicoletta Lanciano, de la Universidad «La Sapienza» de Roma, autora de un «inventario» de los relojes solares de Roma en 1993, utilizado como consulta.

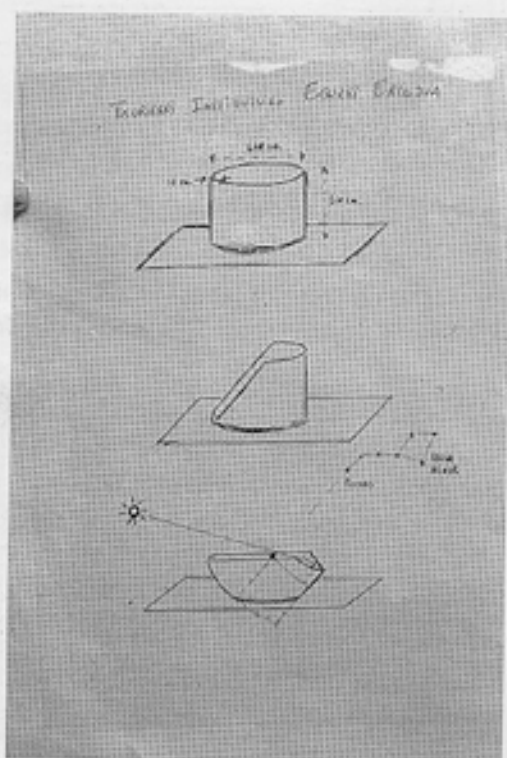


Figura 3



Figura 4



Figura 5

- SEGUNDO DIA:

Un original proyecto de construcción de un reloj solar, diseñado por los profesores E. Esteban y J. Sarasola (ver figuras 3, 4 y 5) fue presentado en el Instituto «Paolo Baffi», un semejante reloj solar

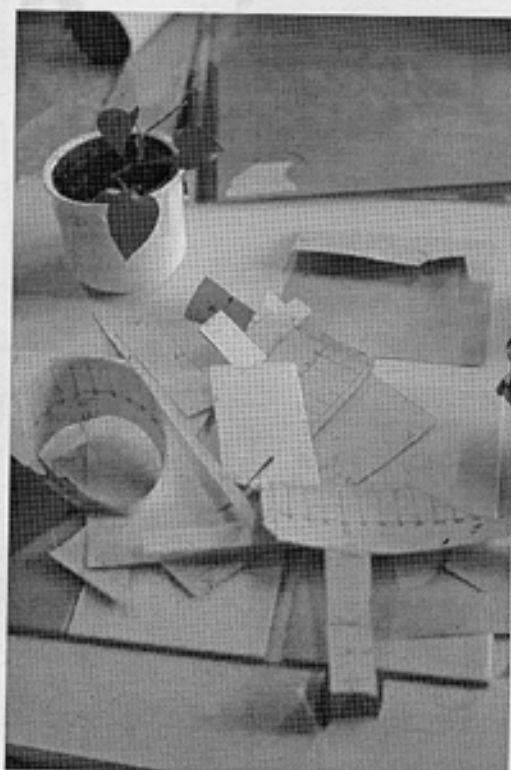


Figura 6

es operativo ya en el Instituto «Txorierrri». El proyecto fue comentado por J. Sarasola y sus alumnos, los cuales, seguidamente, juntamente con los alumnos italianos, realizaron modelos en cartulina de este reloj solar (ver figuras 6 y 7) con el fin de demostrar en la práctica su construcción y funcionamiento.

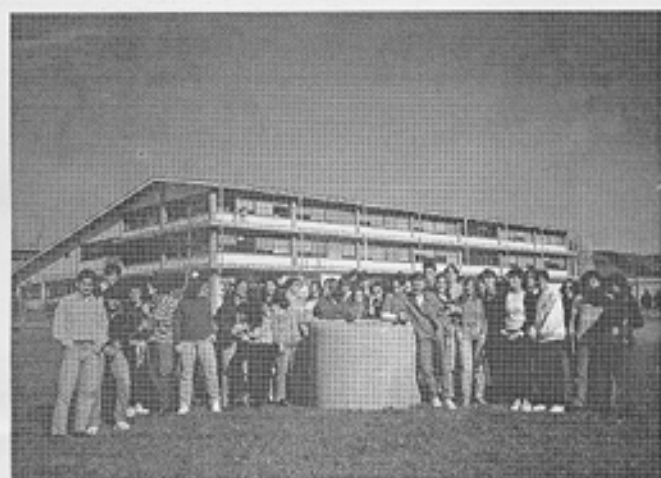


Figura 7



Figura 8



Figura 9

Hemos notado que esta experiencia de intercambio cultural ha permitido la realización de un muy importante objetivo: la «potenciación» de la cooperación entre jóvenes europeos, que demuestra ser provechosa tanto en el plano humano como en el cultural (figuras 8 y 9).

De esta forma, los fundamentos para ulteriores contactos están ya asegurados; contactos duraderos, con temas científicos con posterior ampliación. Hoy en día es evidente que la sensibilidad de la juventud es un buen potencial de cara a hacer frente a problemas urgentes como el control y la limitación en la lucha, en la medida de lo posible, de la polución lumínica que impide una correcta observación del cielo nocturno (figura 10).

Nosotros deseamos que nuestra experiencia pueda servir como ejemplo y estímulo para otros colegas.



Figura 10

Reseña del IAU COLLOQUIUM 162

«NEW TRENDS IN ASTRONOMY TEACHING»

Rosa María Ros y Bernat Martínez

Del 8 al 12 de julio de 1996, más de 100 astrónomos y profesores de Astronomía de 34 países se reunieron en el University College de Londres para intercambiar experiencias y discutir sobre las nuevas tendencias en la enseñanza de la Astronomía. Este Colloquium se enmarca dentro de las actividades de la Comisión 46 de la Unión Astronómica Internacional, dedicada a la enseñanza de la Astronomía, que ya había organizado otro Colloquium en 1988 en Williamstown (MA, USA).

Se presentaron 68 comunicaciones y 36 posters que se organizaron en seis grandes temas: 1) La enseñanza de la Astronomía en la Universidad, 2) La enseñanza a distancia y las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Astronomía, 3) El proceso de aprendizaje de los estudiantes, 4) El uso del planetario en la enseñanza de la Astronomía, 5) Divulgación de los conocimientos astronómicos, y 6) La enseñanza de la Astronomía en la escuela. Pasamos a comentar los aspectos más destacados desde el punto de vista de un lector interesado en la investigación didáctica y en la formación del profesorado.

La sesión dedicada a la enseñanza a distancia y las nuevas tecnologías se desarrolló en las instalaciones de la Open University (coorganizadora del Colloquium) en Milton Keynes. Allí se presentaron ejemplos de cursos a distancia de Astronomía en distintos países y los nuevos proyectos de la Open University (Multimedia in distance education: a virtual telescope for the OU science foundation course, A. Norton). Especial mención merece la propuesta presentada por las profesoras francesas (A multiple-resources system for remote teaching in astronomy, M. Gerbaldi y A. Xerri) acerca del establecimiento de un curso a distancia a nivel europeo que podría ser utilizado para que los profesores de secundaria actualizaran sus conocimientos de Astronomía.

En el apartado de las nuevas tecnologías se presentaron gran variedad de comunicaciones, desde la que representaba el trabajo individual de un profesor para crear materiales para el aula (Computer as a tool, F. Berthomieu), pasando por las simulaciones presentadas por las Universidades

como el proyecto CLEA (Bringing the universe into the laboratory, L. Marschall) que incluye ejercicios de fotometría, clasificación espectral, sobre la constante de Hubble, la estructura del Universo a gran escala, la masa de Jupiter, la rotación de Mercurio... o los proyectos presentados por las grandes agencias de investigación como la NASA preocupada por hacer llegar, vía Internet, a los estudiantes de secundaria parte de sus materiales (On-line resources for the classroom using data and science results from NASA's Hubble Space Telescope and other missions, C. Christian).

En el bloque relativo al proceso de aprendizaje de los estudiantes se presentaron comunicaciones que mostraban cómo detectar las concepciones alternativas de los estudiantes (Students and misconceptions, J. Baxter; Alternative frameworks among University of Plymouth astronomy students, M. Broughton), otras que resaltan la importancia de conocer las preconcepciones de los estudiantes en orden a optimizar el aprendizaje (What to cover and when: Using the prerequisite nature of astronomical ideas, P. Sadler) y otras en las que se aprecia la necesidad de clarificar el término "misconception", ya que se citan 1.400 errores conceptuales sobre astronomía (Identifying and addressing common astronomy misconceptions in the classroom, N. Comins). En orden a poder superar estas ideas alternativas se propone que los alumnos, desde tempranas edades, deben realizar observaciones directas de los fenómenos astronómicos (The teaching and learning of astronomy in the elementary school, N. Lanciano).

Finalmente, en relación a la Astronomía en la escuela se presentaron comunicaciones que describen experiencias concretas (Students measure the eccentricity of the terrestrial orbit in the classroom, R. Szostak; Classroom activity: Kepler's laws of planetary motion, Y. Tsubota; Plaza del Cielo complex: its state of evolution, N. Camino). Otras presentan experiencias nacionales de la enseñanza de la Astronomía en la escuela (Astronomy at the elementary school, Jean-Luc Fouquet), mientras que otras presentaban visiones europeas (Current International Trends in european astronomy

education., R.M. West) o estaban dedicadas a la formación del profesorado en Astronomía (The training of school teachers in Astronomy, L. Gougenheim y M. Gerbaldi). Especial importancia merecen las comunicaciones que describen proyectos curriculares en funcionamiento, como el proyecto STAR del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (A High School Astronomy course for a wide range of students abilities, G. Sampson), el proyecto ASTRO de la Astronomy Society of Pacific (Project Astro: A successful model for astronomer-teacher partnership, M. Bennett), el proyecto LITU del SETI Institute (The Life in the Universe Series), el proyecto TRUMP del Science Education Group de la Universidad de York (Trump Astrophysics project., E. Swinbank) y un conjunto de proyectos del Center for Extreme UltraViolet Astrophysics de Berkeley (Collaboration as a viable approach for making scientific research results accessible to the K-12 community through the Internet and the World Wide Web, I. Hawkins y R. Battle).

La representación española estuvo integrada por Bernat Martínez, que presentó dos posters: Students' alternative conceptions about astronomical observations y Design of teaching/learning activities for conceptual restructuring in astronomy, y Rosa M. Ros que presentó la comunicación: Teaching Astronomy at secondary level in Europe. En dicha comunicación se hizo mención a las actividades desarrolladas por los seminarios permanentes de Astronomía de Cataluña y Euskadi, así como de los grupos de trabajo de Aragón, Galicia, Madrid y Murcia. También se hizo referencia al último Congreso Internacional (marzo 95) y a los Encuentros Nacionales (septiembre 95), destacando la formación de la nueva asociación ApEA y de su relación con la asociación europea EAAE.

Nota: Está previsto que las actas del Colloquium sean publicadas por la editorial Cambridge University Press, que ya publicó las actas del Colloquium de 1988 (The Teaching of Astronomy, 1990).

ESCUELA DE VERANO DE ASTRONOMIA Y ASTROFISICA PARA PROFESORES

Rosa María Ros y Bernat Martínez

Del 9 al 13 de septiembre se ha realizado en el Centro Educativo de Medio Ambiente "Los Molinos" (Crevillente, Alacant) una escuela de Astronomía y Astrofísica dirigida a los profesores de secundaria que ya están impartiendo la asignatura optativa de Astronomía o que van a empezar a impartirla. Esta escuela ha estado organizada por el Círculo Astronómico Mediterráneo de la Caja de Ahorros del Mediterráneo y el CEP de Benidorm, además ha colaborado en su organización la Universidad de Alicante y la Sociedad Española de Astronomía. Aunque inicialmente estaba previsto aceptar solamente 30 profesores, la demanda de asistencia hizo que la lista de participantes aumentase hasta 40.

El horario de trabajo se distribuyó de la forma siguiente:

Las mañanas estaban dedicadas a los cursos teóricos que se dedicaron a la Didáctica de la Astronomía (Bernat Martínez) e Introducción a la As-

trofísica (Guillem Bernabeu y Juan Fabregat).

Por las tardes los alumnos podían elegir entre cuatro talleres distintos. Algunos de los talleres realizados son los siguientes: Didáctica del planisferio y Astrofotografía (Rosa M. Ros), Introducción a la CCD y Tratamiento de imágenes (Juan Fabregat), Relojes de Sol y Utilización didáctica del Planetario (Juan V. Ortiz), Espectroscopia y Simulaciones con ordenador (Bernat Martínez), Telescopios (Amparo Marco) y Taller de Óptica (Pedro Boj).

Por las noches se había previsto la realización de sesiones de observación astronómica, desafortunadamente las condiciones atmosféricas no acompañaron.

Por último, señalar que, a pesar de ser la primera experiencia realizada en este sentido, los profesores participantes valoraron positivamente tanto el contenido y presentación de los cursos como la organización general de la escuela.

A continuación transcribimos íntegramente un artículo aparecido en la Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), volumen 3, número 2, de diciembre de 1995, por su indudable interés didáctico, aunque la posibilidad de llevarlo al aula, con alumnos/as de 2.º ciclo de ESO, sea más que problemática.

El artículo se ha respetado totalmente, incluidos los resúmenes que lo abren y la bibliografía que lo cierra, ambos, normas de la revista.

EXPERIENCIAS E IDEAS PARA EL AULA

MEDIDA DEL RADIO DE LA TIERRA DESDE LA CIMA DE UNA MONTAÑA *Measure of the Earth's radius from the top of a mountain*

Josep Casadellà Reig (*)

RESUMEN

Se propone en este artículo un método de medida del radio terrestre con finalidades didácticas. Se basa en la observación de la línea del horizonte sobre el mar y desde la cima de una montaña. La dirección de observación se aparta de la horizontal un ángulo que es función de la altura del punto de observación y del diámetro de la Tierra. Conocida dicha función se puede medir el ángulo y la altura de la montaña, calculándose el radio terrestre.

ABSTRACT

I propose a method of measure the Earth's radius with didactic aims. It is based on the observation of the horizon line on the sea from the mountain's top. The observation's line come away from the horizontal line un angle which is funtion of observation's point's height and the Earth's radius. Knowing this funtion it can measure the angle and the mountain's height, and to calculate the Earth's radius.

Palabras clave: radio terrestre, didáctica.

Key words: Earth's radius, didactic.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales dificultades para el aprendizaje significativo de conceptos y modelos consiste en la reconciliación integradora de la información aprendida con la representación previa existente en la estructura cognoscitiva. El término «reconciliación integradora» está tomado de Ausubel (1983). Viene a sugerir la existencia de conflictos solucionables entre distintos significados, así como la posibilidad de suma de información en el caso

de aclararse las contradicciones. Un buen ejemplo de lo que se discute es el modelo de Tierra y su relación con el entorno astronómico: Sol, Luna, estrellas, etc. No hay estudiante que finalice la enseñanza primaria que no sepa que la Tierra es esférica, que gira sobre sí misma y que da vueltas alre-

(*) Departament de Didàctica de les Matemàtiques y les CCEE, UAB, Cerdanyola (Barcelona).

dedor del Sol. Sin embargo, la forma en que se saben tales hechos se muestra corrientemente en contradicción con otros supuestos aprendidos espontáneamente, que son más coherentes con un modelo de Tierra plana y estática. Gunstone (1980).

La medida del radio terrestre desde la cima de una montaña es una de estas actividades que puede favorecer los cambios de mentalidad necesarios para superar las contradicciones entre la información añadida y los conceptos previos. La razón de ello es que pone en conjunción la observación directa con modelos geométricos y razonamientos matemáticos, que permiten discutir y reflexionar sobre el modelo de Tierra y poner de relieve algunas concepciones contradictorias.

APROXIMACIÓN AL MÉTODO

Debe observarse el mar desde la cima de una montaña de altura conocida, cuanto más alta mejor. Lo primero que se destaca es lo «bajo» que se ve el mar. Uno podría preguntarse si de ser su superficie infinitamente grande y plana debiera verse tan baja. La playa sí, efectivamente, pero la línea del horizonte debiera verse en la dirección horizontal. Parece una redundancia que el horizonte sea horizontal, pero no lo es. Un plano horizontal puede definirse como perpendicular a la vertical en un punto dado. En el caso de la cima de la montaña la dirección en que se observa la línea del horizonte se aparta de la horizontal un cierto ángulo que es función de la altura de la montaña y también del tamaño de la Tierra.

La superficie del mar se adapta mejor a la forma de la Tierra que la superficie de los continentes arrugada y accidentada. Nuestra percepción continental amplifica los defectos al no poderlos comparar a escala suficiente. Pero este inconveniente se elimina al observar el mar. Salvo el oleaje, que no se percibe desde la cima de una montaña, la forma de la superficie del agua permite ver directamente el aspecto de la superficie ideal de la Tierra. Una consecuencia de la esfericidad debe ser que la línea del horizonte no sea recta sino un arco de circunferencia. Las dificultades de apreciación del hecho ponen en evidencia el inmenso tamaño de

la superficie comparado con las dimensiones de nuestra montaña de observación.

Para esclarecer un poco nuestras observaciones desde la cima de una montaña frente al mar, uno puede tomar como modelo una esfera. Su perfil es siempre circular y el conjunto de direcciones con que observamos ese perfil desde un punto fijo exterior determina un cono. (Fig. 1).

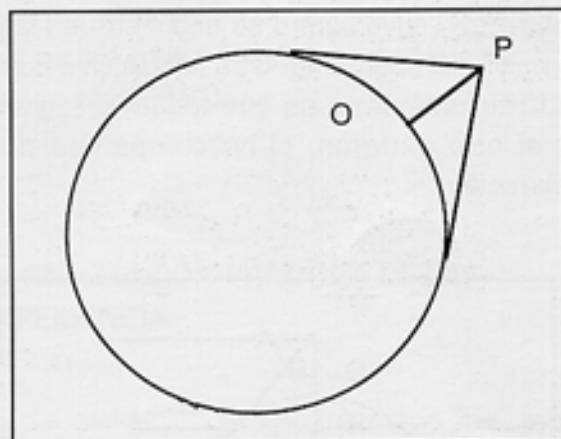


Figura 1

¿Es esto lo que se puede apreciar desde la cima de una montaña? Justamente. Sea cual sea la dirección en que se observe la línea del horizonte sobre el mar la dirección de observación se aparta de la horizontal el mismo ángulo. Si la superficie del mar fuera plana y finita, a menos que fuera en forma de disco y diera la casualidad de que nuestra cima estuviera justo en el centro, el ángulo de las distintas direcciones con que se observa la línea del horizonte debiera ser variable.

En resumen, las direcciones con que observamos la línea del horizonte sobre el mar son rectas tangentes a la superficie terrestre. Desde una altura conocida la medida del ángulo que forman la tangente y la dirección radial o vertical permite determinar el tamaño de la esfera o de un círculo máximo de la esfera, como se verá más adelante. Para medir dicho ángulo se puede utilizar un clinómetro. El autor construyó un instrumento mediante un transportador semicircular que fue unido a un listón de madera de un metro de longitud, de cuyo centro colgaba una plomada.

EL PROBLEMA MATEMÁTICO

En esencia, para determinar el radio de la Tierra dados la altura de una montaña y la dirección con que se observa la línea del horizonte, se traduce a un problema de geometría. La altura de la montaña es un segmento y la dirección del horizonte una semirrecta cuyo origen comparte con el segmento. El ángulo que forman la semirrecta y el segmento es conocido. El problema consiste en construir una circunferencia que sea tangente a la semirrecta y cuyo centro se encuentre en la prolongación del segmento. Otra condición a cumplir por la circunferencia es que toque el segmento por el otro extremo, el no compartido por la semirrecta.

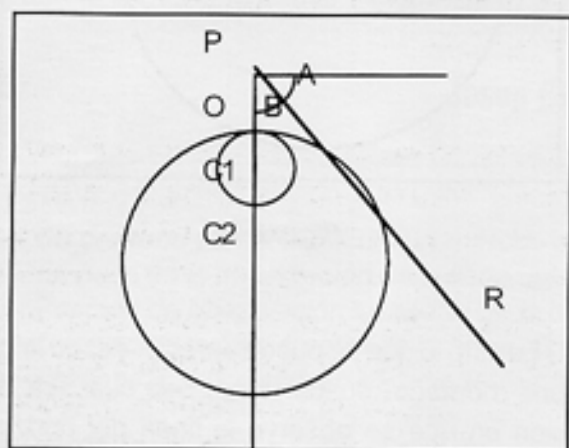


Figura 2

Por el método de ensayo y error o, quizás mejor, por sucesivas aproximaciones uno podría efectuar lo siguiente. Construir una semirrecta auxiliar que prolongue el segmento PO en la Fig. 2. Se elige un punto cualquiera C1 de la semirrecta y se construye una circunferencia de radio OC1. Si no toca a la semirrecta R no es el resultado esperado. Se toma otro punto C2 a doble distancia de O que el anterior y se repite la construcción de la circunferencia. El método se reitera hasta que la circunferencia toque a la recta R, normalmente en dos puntos. La solución exige un sólo punto de contacto. Entonces se podría tomar como centro un punto a menor distancia de O que el último, por ejemplo la media aritmética entre el último y el penúlti-

mo. En fin, este tipo de solución es sólo aproximada, aunque tan próxima a la solución correcta como uno quisiera. En todo caso permite ver que sólo existe una circunferencia que reúna las condiciones exigidas.

LA SOLUCIÓN TRIGONOMÉTRICA

El método de solución ensayado anteriormente es insatisfactorio, aunque puede ser bueno para hacer una inmersión en el problema. Si los estudiantes con los que se trabaja conocen las funciones trigonométricas, una buena solución del problema sería la siguiente. En la Figura 3 se da por conocida la construcción de la circunferencia pero se desconoce el valor de su radio X.

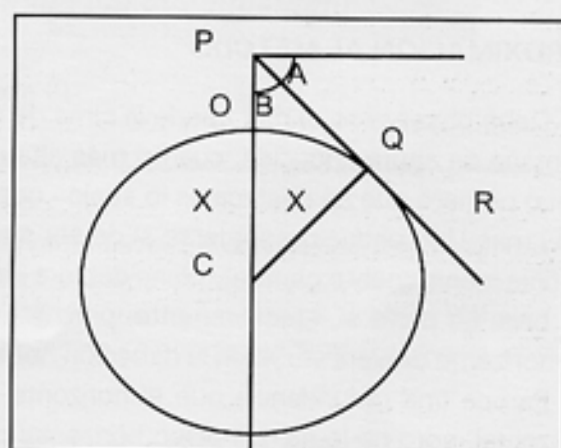


Figura 3

Puesto que el radio y la tangente forman un ángulo recto, el triángulo CQP será rectángulo, con el ángulo A dado (es el medido por observación), puesto que los ángulos no rectos de un triángulo rectángulo son complementarios. Conocido A también se conoce $\cos A$, que por otro lado vale

$$\cos A = X/(X+H)$$

donde se ha tomado por H la longitud del segmento OP (la altura de la montaña desde la que efectuamos la observación).

Como se ve, hemos construido una ecuación de primer grado con una sola incógnita, el valor de

X. Debidamente aislado se puede calcular este valor, que es el radio de la circunferencia buscado.

$$X = H/(1/\cos A - 1)$$

LA SOLUCIÓN GEOMÉTRICA

La medida del radio terrestre, tal como se propone, podría llevarse a término durante el primer ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria. A este nivel sin embargo todavía no se han introducido las funciones trigonométricas. Esto exige tratar de encontrar una solución sin recurrir a este tipo de funciones. La geometría ofrece esta posibilidad, aun en el caso de que los estudiantes dispongan de poca formación en geometría.

La solución que se ofrece parte de la siguiente suposición. Dada una circunferencia y un punto exterior a ella se pueden construir dos tangentes a la circunferencia que tengan intersección en dicho punto. Además las distancias desde el punto dado a los de contacto con la circunferencia son iguales (ver Fig. 1).

En el caso que nos ocupa se dan el segmento OP y la recta R, que es tangente a la circunferencia que se quiere construir (Fig. 4). Desde O se traza

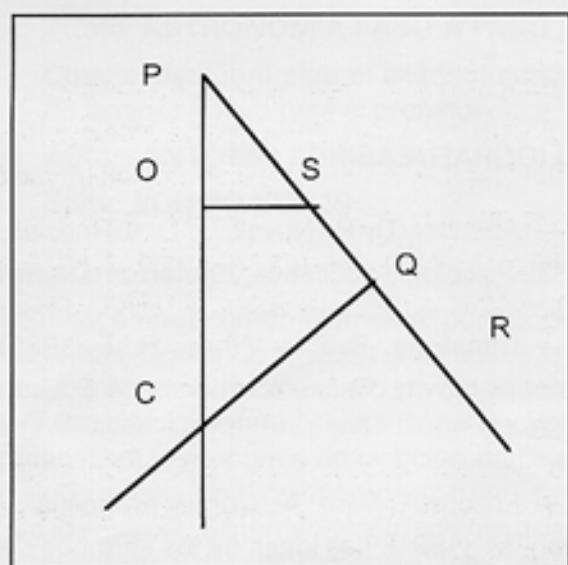


Figura 4

una perpendicular a OP, que cortará a la recta R en un punto S. Puesto que OP se encuentra en una dirección radial a la circunferencia objetivo, dicha perpendicular será también una tangente a la circunferencia.

Tómese sobre la recta R un punto Q tal que la distancia SQ sea igual a la SO, con lo que el punto Q será el de contacto de la recta R con la circunferencia. Si se construye una perpendicular a R que pase por Q, esta será una dirección radial, por lo que cortará a otra dirección radial, la extensión de OP, en el centro de la circunferencia buscada. El radio será CQ o bien CO.

LA REALIZACIÓN PRÁCTICA DE LA EXPERIENCIA

La realización de la experiencia fue llevada a término con los alumnos de la asignatura de Física de la «Facultat de Ciències de l'Educació» de la UAB, durante el curso de 1994-95. Se subió a la montaña del Tibidabo en cuya falda se encuentra Barcelona. El punto de observación estaba acotado en 516 m sobre el nivel del mar. El límite del horizonte de las aguas del Mediterráneo se veía hundido respecto a la horizontal un ángulo de $3/4$ de grado, con una imprecisión del orden de $1/4$ de grado.

TABLA DE RESULTADOS

	<i>defecto</i>	<i>media</i>	<i>exceso</i>
ángulo	0.5	0.75	1
radio	13550.9946	6022.4253	3387.4261

Las unidades del radio están dadas en Km. Como se puede apreciar, un pequeño error en la medida del ángulo genera errores monstruosos en

el resultado. La explicación de este comportamiento de los errores se puede encontrar al analizar la fórmula utilizada para calcular el radio en función de la altura y del ángulo. Como se desarrolló anteriormente,

$$\text{radio} = \text{altura}/(1/\cos A - 1)$$

Al ser el ángulo tan cercano a cero su coseno será muy cercano a la unidad. En consecuencia el denominador de la expresión será cercano a cero. Esto determina que los errores e imprecisiones en la medida del ángulo se vean extraordinariamente amplificadas para calcular el radio. Una solución posible a este problema consistiría en tomar las medidas desde mayor altura. A falta de montañas suficientemente altas cerca del mar se podrían realizar las mediciones desde un avión, o un globo. Desde un satélite artificial, cuyas alturas están bien determinadas, se puede observar el perfil completo de la Tierra y en este caso el ángulo y su coseno no estarían en valores tan críticos por lo que hace referencia a los errores.

CONCLUSIONES

Aunque las imprecisiones de las medidas conllevan imprecisiones fantásticas en los resultados de los cálculos, el método de medición del radio terrestre es didácticamente interesante, creo.

Algunas consideraciones se pueden hacer al respecto:

Tratamiento de las imprecisiones:

Existe la opinión linealizante de considerar que las imprecisiones en las medidas implican imprecisiones en los resultados de los cálculos que sean proporcionales a las primeras. El ejemplo propuesto está en abierta contradicción con este supuesto.

Es de destacar que el tratamiento de la imprecisión ha sido realizado a partir de calcular los valores extremos y el medio, y por consiguiente no presenta mayor dificultad.

Medidas adicionales:

El método que se ha expuesto precisa de la altura de la montaña. Se puede discutir por lo menos un método para determinar la altura de las montañas, edificios, aviones, etc.

La observación directa enriquece la experiencia sensitiva:

La evidencia directa de que la Tierra no puede ser plana e infinita es gratificante y añade información sensitiva que contrapesa otras sensaciones en sentido contrario, base de algunas ideas previas, como pone de manifiesto Pozo, J. A. (1991).

Nota:

La solución del problema de cálculo del radio terrestre por medio de la geometría clásica fue obtenida por el Dr. Jordi Deulofeu, del mismo departamento que el autor, a quien se agradece la colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hnesian, H. (1983). *Psicología educativa*. 2.ª edición, De. Trillas.
- Gunstone, R. F. & White, R. T. (1980). A matter or gravity. *Research in Science Education*, 10, 36-44.
- Pozo, J.A., Sanz, A., Gómez Crespo, M. A. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, v.9, n.º 1, 83-94.

LOS TALLERES DE ASTRONOMIA EN LOS TEXTOS

Con la implantación en todo el país de la Enseñanza Secundaria Obligatoria se ha abierto al profesorado la posibilidad de ofertar al alumno enseñanzas que no estaban hasta ahora contempladas en los currículum clásicos. El Taller de Astronomía es una de esas materias que un centro puede ofertar y el propio Ministerio ha reconocido su interés para el alumnado al diseñar un currículum para su enseñanza. Debido a esto a lo largo del verano se han publicado varios textos que recogen, de diferente forma cada uno, los contenidos que se deben estudiar en esta asignatura.

A continuación viene un corto comentario, **escrito por sus autores**, de algunos de los libros publicados. Sabemos que hay alguno más de los que aquí aparecen pero por diferentes motivos no ha sido posible ponernos en contacto con los autores. Si más adelante lo conseguimos, no tendremos inconveniente en publicar su resumen en otro número de nuestro Boletín.

Seguidamente y precedido de una breve ficha de cada uno de los libros de los que disponemos información, transcribimos los comentarios que sus los autores nos han enviado.

Título: ASTRONOMIA PASO A PASO

Consta de: Libro para el alumno, cuaderno de láminas y libro para el profesor

Autor: ANTONIO ARRIBAS

Edita: EQUIPO SIRIUS

Comentario del autor:

Se hace un recorrido elemental por los principales temas, siguiendo el orden que sugiere la Historia de la Astronomía matizado por consideraciones didácticas: La esfera celeste (constelaciones y coordenadas), astronomía de posición (trabajando con algún detalle los movimientos aparentes y reales de los astros), Sistema Solar (movimientos, origen, evolución, vida), instrumentos (telescopios) y astrofísica (estrellas, galaxias, el Universo).

La metodología se basa en la realización de ejercicios y actividades. En la mayoría de los temas las

actividades tienen carácter estructurante, es decir, los contenidos se van organizando al realizarlas. Los ejercicios son todo lo autosuficientes que se ha podido, de manera que los alumnos tienen en el texto todo lo necesario para acometerlos (instrucciones, explicaciones, listas de datos). En general son de carácter gráfico (completar un dibujo, obtener información del planisferio, elaborar una tabla e interpretarla). Muchas veces se pide al alumno que interprete la tabla o gráfica elaborada, que descubra alguna regularidad, y la pregunta queda abierta, sin que en el texto aparezca la respuesta explícita. Será misión del profesor comprobar que los alumnos han llegado a las conclusiones adecuadas, hacerlas explícitas para toda clase o explicarlas si lo cree conveniente.

Siempre que se aborda un tema se presentan primero las observaciones. Normalmente se reproducen con el planisferio y se sistematizan en algunos ejercicios. Sólo después, también a través de ejercicios, se busca su explicación a través del modelo pertinente. La edición incluye un planisferio y un cuaderno de láminas que se utilizan intensamente, así como un libro con comentarios detallados.

Aparecen también algunas actividades de tipo «taller», por lo general mucho menos detalladas. Se indica su dificultad, se acompaña una fotografía del instrumento o la maqueta en cuestión realizada por alumnos y se da alguna referencia bibliográfica donde encontrar todos los detalles constructivos. Se ha pretendido que el profesor disponga de un buen arsenal de posibilidades variadas.

Al final de cada capítulo hay una serie de cuestiones que pueden servir para repasarlo, para centrar las ideas básicas y, en algún caso, de pequeña profundización.

Título: TALLER DE ASTRONOMIA

Consta de: Libro para el alumno estructurado en ocho unidades

Autor: RICARDO MORENO y ANTONIO MORENO

Edita: AKAL (Madrid). 1996

Comentario del autor:

Es este el primer libro de texto que ha aparecido en el mercado de esta nueva asignatura optativa en la ESO. Está dirigido a los alumnos que cursan el segundo ciclo, es decir 3.º y 4.º curso.

El contenido es claro y ameno. En los dos primeros capítulos se hace un recorrido por la Historia de la Astronomía y de la Astronáutica; el tercero trata sobre los medios que cuenta el astrónomo: conocimiento del cielo a simple vista, prismáticos, telescopios, etc. También se explican con sencillez las leyes físicas que gobiernan el cielo. En los siguientes capítulos se hace una descripción del Sistema Solar, de las estrellas, de las galaxias y del Universo en su conjunto.

Está puesto al día, e incluye por ejemplo el descubrimiento de posibles restos fósiles de vida en Marte.

Si el texto es francamente bueno, las fotos son todavía mejores y muy actuales, extraídas de los fondos actuales de la NASA, del Telescopio espacial Hubble, etc.

Sin embargo, lo más interesante de todo son las más de cincuenta actividades prácticas para ser realizadas por los alumnos. En ellas miden se calcula la distancia al Sol, a las estrellas, se hacen modelos de la expansión del Universo, se explica cómo recoge y observa micrometeoritos en el desierto de un tejado, cómo oír las emisiones de radio de Júpiter con una radio doméstica, etc.

Lo completa una interesante Guía Didáctica o Libro del profesor, con amplia bibliografía, fuentes de recursos, etc.

Título: ASTRONOMIA. Materias optativas

Consta de: Currículo de la materia, materiales didácticos, bibliografía y recursos

Autor: JAVIER BERGASA, FERNANDO JAUREGUI y JESUS VAREA

Edita: Departamento de Educación, Cultura, Deporte y Juventud del GOBIERNO DE NAVARRA

Este libro presenta una propuesta de desarrollo didáctico del Taller de Astronomía, materia optativa para el 2.º ciclo de la E.S.O. El trabajo que se desarrolla en él se ha llevado a cabo en dos fases.

En la primera fase elaboramos, por encargo de la Consejería de Educación del Gobierno de Navarra, el currículo de esta materia, en donde se establecen los objetivos generales y los bloques de contenidos con sus conceptos, procedimientos y actitudes.

En una segunda fase ampliamos el trabajo con la elaboración de unos materiales que sirvan de ayuda para el profesor que tiene que impartir esta optativa y principalmente para aquellos profesores que deben de hacerlo por primera vez. Con este fin comenzamos con unas consideraciones sobre los distintos tipos de actividades que pensamos se pueden realizar, así como de la metodología, del papel del profesor, recursos didácticos y evaluación.

Se desarrollan dos de las 7 Unidades didácticas que componen esta propuesta. Cada una de estas unidades presentan los siguientes apartados: Estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje, objetivos, contenidos, evaluación y actividades. En este último punto es en donde ponemos especial interés ya que se presentan una serie de todo tipo de actividades, comentadas y experimentadas previamente en el aula.

El libro se cierra con un catálogo de publicaciones y recursos.

Otras referencias que pueden resultar de interés aunque hayan sido publicadas con anterioridad son:

— «Astronomía en la Escuela», de Robert Estalella y otros. Publicado por el Servicio de Publicaciones del MEC (Ciudad Universitaria s/n, 28040) en la Colección «Dossiers Rosa Sensat».

— «Curso de Astronomía, Teoría y Práctica», de J. Fabregat y otros. Publicado por la Editorial ECIR (Tfno.: 1323625 de Paterna, Valencia).

Además:

Nos parece muy importante recomendaros una colección de 115 diapositivas preciosas con el título «El cielo desde las cumbres de Canarias». Esta colección la ha recogido nuestro compañero Federico Fernández Porredón. La publicación consta de: una guía, fichas de todas las diapositivas explicando lo que puede observarse en cada una de ellas y las 115 diapositivas. Los interesados en esta espléndida colección os podéis dirigir directamente a Federico (c/ Heraclio Sánchez, 54, ático I. 38204 La Laguna).

INFORMACION GENERAL:

NOTAS Y NOTICIAS

ApEA y EAAE

En el primer boletín informábamos de la existencia de una Asociación Europea, The European Association For Astronomy Education (EAAE), que persigue fines muy similares a los de la ApEA. La ApEA, como asociación, pertenece a la EAAE pero también se puede pertenecer a ella a título personal.

El representante en España de la EAAE es el presidente de la ApEA, Simón García, y pertenecemos a ella además, a título personal, casi todos los miembros de la Junta Directiva de la ApEA.

La cuota anual por pertenecer a la Asociación Europea es solamente de 10 Ecus, que viene a ser unas 1.500 ptas. Esta Asociación edita también un boletín que recoge información que puede interesar a los profesores de Astronomía y también algún artículo de actividades didácticas que puede ser de interés para llevarlo al aula.

En esta comunicación, nos ha parecido interesante facilitaros una hoja de inscripción de la EAAE para los que queráis pertenecer también a ella. Por otro lado, Simón tiene encomendado por la EAAE, entre otras tareas, la de recaudar el dinero de las cuotas a todos sus miembros en España. Por ello, debido a que la cuota anual por pertenecer a la ApEA se pasará al cobro, como ya se dijo en el boletín anterior, entre finales de marzo y primeros de abril próximos, creemos que resultaría cómodo para todos pasar al cobro las dos cuotas conjuntamente. Así, los que sólo pertenecen a la ApEA pagarán 5.000 ptas. y los que pertenezcan a las dos asociaciones deberán abonar 6.500 ptas.

Así, en esta comunicación podréis encontrar hoja de inscripción de la ApEA, por si algún amigo o conocido vuestro está interesado en hacerse miembro de nuestra asociación y otra de la EAAE para que los que estéis interesados la enviéis a Simón. Unicamente recordaros que estas hojas de inscripción también las podéis sacar de Internet de la página que tiene la Asociación. Para acceder a la página de Internet utilizar: <http://www.arrakis.es/~:ApEAEAAE>.

SUMMER SCHOOL

La segunda semana de julio se celebrará en la Seu de Urgel un curso de verano para profesores de la Comunidad Europea que quieran iniciarse en la ense-

ñanza de la Astronomía. Este curso ha sido organizado por Rosa M.^ª Ros que es la coordinadora del Grupo de Trabajo de Formación del Profesorado de la EAAE, por lo tanto, es un curso convocado con las normal de esa Asociación.

Cada país de la comunidad tiene asignado un número de representantes que hay que tener en cuenta a la hora de realizar cualquier actividad. En un grupo de 30 España puede tener dos representantes. Debido a que el curso se realizará en nuestro país es posible que pueda disponerse de más plazas al no cubrirse las del resto de los países.

Se ha pensado dar preferencia para cubrir las plazas disponibles a los asociados a la ApEA y todos los interesados debéis enviar la solicitud a Simón García o a Rosa M.^ª Ros tan pronto os sea posible. Por otro lado, en la última reunión de la Junta Directiva de la ApEA (14-12-96) se acordó que nuestra Asociación pagaría las cuotas de suscripción a este curso a los dos miembros que España puede legalmente enviar. Es importante que esto último los tengáis en cuenta los interesados en asistir a la Summer School ya que si se pueden admitir más de dos inscripciones, como esperamos, la Asociación sólo pagará las dos primeras solicitudes que reciba.

Para más información respecto del curso, fechas exactas, programas, idioma, etc., os ponéis en contacto con Rosa M.^ª Ros.

SEGUNDOS ENCUENTROS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA

La mayoría de los asociados a la ApEA asististeis a los Primeros Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía que tuvieron lugar en Cáceres en septiembre de 1995. Como recordaréis allí se acordó que estos Encuentros se celebrarían cada dos años y los próximos se harían en Pamplona.

La convocatoria para los **Segundos Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía** os llegará en breve; se celebrarán en Pamplona los días 10, 11, 12 y 13 de septiembre y la cuota de suscripción será 7.000 ptas. para los socios de la ApEA y 10.000 para los no socios.

Espero que el programa que se ha preparado para estos Segundos Encuentros os resulte interesante y la convocatoria tenga tanto éxito como la de Cáceres. Será un placer volvernos a encontrar.

BIBLIOGRAFIA

Dado el interés que para los socios de la ApEA, la mayoría profesores, puede tener disponer de una buena lista de libros de Astronomía, trataremos que en todos los números aparezcan algunos referenciados. Es nuestra intención alcanzar todos los niveles y no referenciar únicamente los que son de aplicación directa dentro del aula ya que en muchas ocasiones puede ser imprescindible para el profesor disponer de un buen libro de consulta. También en este punto invito a la colaboración de todos.

The Ever-Changing Sky. A Guide to the Celestial Sphere

Autor: James B. Kaler. **Ed.** Cambridge, University Press. 1996

El libro presenta de forma excepcional la astronomía esférica en forma no matemática y fácil de comprender. En un texto claro y lúcido el lector puede entender los sistemas de coordenadas terrestres y celestes, la medida del tiempo y la navegación por el espacio, determinar las salidas y puestas de las estrellas, Sol y Luna. El libro se centra en los aspectos geométricos del cielo nocturno sin el uso de trigonometría compleja.

El libro va más allá de un estudio general de la Tierra y el cielo, incluyendo las estrellas y constelaciones, los movimientos y caras de la Luna, mareas y eclipses, las órbitas de los planetas, y de los cuerpos más pequeños del Sistema Solar (asteroides, meteoros, meteoritos y cometas). Finalmente, hay una breve descripción de los fenómenos atmosféricos (incluyendo en arco iris y halos).

El texto puede resultar interesante tanto para estudiantes de grados avanzados de Universidad, amateurs, profesores, así como a lectores en general que quieran conocer los cambios del cielo nocturno.

Bibliografía coordinada por LIBRERIA CENTRAL
Corona de Aragón, 40 - ZARAGOZA
Teléfono 976 35 41 65

Exercises in Practical Astronomy using Photographs: with solutions

Autor: M. T. Brück. **Ed.** Adam Hilger

El libro es un conjunto de prácticas de Astronomía realizadas con el soporte de la Fotografía. Resultan muy interesantes las prácticas que presenta pues la mayoría de ellas no son demasiado comunes en nuestras aulas. Además de las conocidas del Sol, determinación del periodo de rotación y área de manchas solares y el movimiento de las estrellas, presenta otras sobre planetas menores o asteroides, el cometa Halley, la Vía Láctea, de cúmulos abiertos como las Pleiades, cúmulos globulares tipos de galaxias, etc.

La intención del libro es facilitar el trabajo práctico astronómico en el aula en los niveles elementales y medio, cosa que no siempre resulta fácil para el profesor. Como los materiales necesarios para las prácticas no es una de las dificultades menores, recurre a la fotografías ya que éstas muestran los objetos celestes tal como aparecen en un momento determinado y que puede ser usado posteriormente en el aula.

Editora: Ederlinda Viñuales
I.E.S. Goya
Avda. Goya, n.º 45
50006 ZARAGOZA
N.º Fax: 976 56 36 03

Normas de edición para las colaboraciones a este Boletín

Cualquier persona que quiera colaborar con sus opiniones o artículos, deberá remitirlos a la editora, tratando de ajustarse a la maquetación de este boletín, remitiendo en un disquete de 3,5" (a ser posible en P.C. y en disco HD) con su transcripción en copia impresa, así como el programa que han utilizado para preparar el documento.

Cualquier duda la resolveréis llamando a la editora (Tel.: (976) 75 24 92).